

Шляхин Д. А.

**ВЫНУЖДЕННЫЕ ОСЕСИММЕТРИЧНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКОГО РАДИАЛЬНО ПОЛЯРИЗОВАННОГО ЦИЛИНДРА**

Адрес статьи: [www.gramota.net/materials/1/2008/7/83.html](http://www.gramota.net/materials/1/2008/7/83.html)

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

**Альманах современной науки и образования**

Тамбов: Грамота, 2008. № 7 (14). С. 240-242. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: [www.gramota.net/editions/1.html](http://www.gramota.net/editions/1.html)

Содержание данного номера журнала: [www.gramota.net/materials/1/2008/7/](http://www.gramota.net/materials/1/2008/7/)

**© Издательство "Грамота"**

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: [www.gramota.net](http://www.gramota.net)

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: [almanac@gramota.net](mailto:almanac@gramota.net)

– КККК - код подразделений центрального аппарата Генеральной прокуратуры РФ, прокуратур субъектов РФ, приравненных к ним транспортных и иных специализированных прокуратур.

5) Содержательная часть раздела - это последовательность строк, каждая из которых включает разделенные пробелами номер строки и совокупность числовых показателей этой строки.

6) Схематично структура строки содержательной части раздела может быть представлена следующим образом:  $N P_{N1} P_{N2} P_{N3} \dots P_{NM}$ , где:

–  $N$  - цифровой номер строки (должен начинаться с первой позиции строки: 1, 2 и т.д.);

–  $P_{N1} P_{N2} P_{N3} \dots P_{NM}$  - значения показателей строки  $N$  по соответствующим графам (графы 1, 2 ...  $M$ ).

Значения граф располагаются в порядке возрастания номеров графа.

7) При записи данных содержательных частей разделов соблюдаются следующие требования:

– значения показателей отделяются знаком пробел;

– если в строке значения всех показателей нулевые, то данные этой строки не записываются в файл;

– количество показателей в строке соответствует количеству граф в образце утвержденной отчетности;

– номера строк соответствует утвержденному образцу отчетности, не допускается введение дополнительных строк или их произвольная перенумерация;

– ячейки, помеченные в образце знаком «X» или «0», заполняются цифрой «0»;

– показатель, тип данных которого описан как «целое число», не должен содержать символов «.» (десятичная точка) и других нецифровых символов;

– показатели статистического отчета в файле данных располагаются в порядке возрастания номеров разделов, а внутри раздела - в порядке возрастания номеров строк.

Таким образом, в АИС «Прокуратура-Статистика» реализованы несколько видов и механизмов режима обмена данными как внутри системы, так и для обмена данными со сторонними приложениями. В настоящее время ведется разработка универсального механизма для экспорта данных в произвольном формате на основе метаданных шаблонов файлов обмена.

## ВЫНУЖДЕННЫЕ ОСЕСИММЕТРИЧНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКОГО РАДИАЛЬНО ПОЛЯРИЗОВАННОГО ЦИЛИНДРА

*Шляхин Д. А.*

*Самарский государственный архитектурно-строительный университет*

**1. Постановка задачи.** В данной работе рассматривается задача распространения вынужденных осесимметричных электроупругих волн в полом пьезокерамическом цилиндре с радиальной поляризацией в случае действия на его торцевых и радиальных поверхностях осесимметричной динамической нагрузки

(нормальных напряжений)  $q_1^*(r, t)$ ,  $q_2^*(r, t)$ ,  $q_3^*(z, t)$ ,  $q_4^*(z, t)$ . Для криволинейных и свободных от касательных напряжений поверхностей можно сформулировать следующие физически реализуемые электрические краевые условия:

а) плоскости не электродированы или электродированы (полностью или частично) и подключены к измерительному прибору с большим входным сопротивлением, что соответствует режиму «холостого хода» (отсутствию свободных электрических зарядов);

б) полностью электродированные эквипотенциальные плоскости подключены к измерительному прибору с малым входным сопротивлением;

в) полностью электродированные плоскости закорочены.

На торцевых не электродированных поверхностях можно удовлетворить различные механические условия. Для определенности, в дальнейшем, будем считать их свободными от касательных напряжений.

Система дифференциальных уравнений, граничные и начальные условия рассматриваемой динамической задачи теории электроупругости в цилиндрической системе координат и безразмерной форме имеет вид [Гринченко 1989: 1]:

$$\begin{aligned} \nabla^2 U - \frac{C_{11}}{C_{33}} \frac{U}{r^2} + \frac{C_{55}}{C_{33}} \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} + \frac{(C_{13} + C_{55})}{C_{33}} \frac{\partial^2 W}{\partial r \partial z} + \frac{(C_{13} - C_{12})}{C_{33}} \frac{1}{r} \frac{\partial W}{\partial z} + e_{33} \nabla^2 \phi - e_{31} \frac{1}{r} \frac{\partial \phi}{\partial r} + \\ + e_{15} \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = 0 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\frac{C_{55}}{C_{33}} \nabla^2 W + \frac{C_{11}}{C_{33}} \frac{\partial^2 W}{\partial z^2} + \frac{(C_{13} + C_{55})}{C_{33}} \frac{\partial^2 U}{\partial r \partial z} + \frac{(C_{12} + C_{55})}{C_{33}} \frac{1}{r} \frac{\partial U}{\partial z} + e_{15} \frac{1}{r} \frac{\partial \phi}{\partial z} + (e_{15} + e_{31}) \frac{\partial^2 \phi}{\partial r \partial z} - \frac{\partial^2 W}{\partial t^2} = 0$$

$$C_{33} \varepsilon_{33} \nabla^2 \phi + C_{33} \varepsilon_{11} \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} - e_{33} \nabla^2 U - e_{31} \frac{1}{r} \frac{\partial U}{\partial r} - e_{15} \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} - (e_{15} + e_{31}) \frac{\partial^2 W}{\partial r \partial z} - e_{31} \frac{1}{r} \frac{\partial W}{\partial z} = 0$$

$$\text{при } z = 0, L: \quad \sigma_{zz|z=0} = \frac{C_{13}}{C_{33}} \frac{\partial U}{\partial r} + \frac{C_{12}}{C_{33}} \frac{U}{r} + \frac{C_{11}}{C_{33}} \frac{\partial W}{\partial z} + e_{31} \frac{\partial \phi}{\partial r} = q_1(r, t) \quad (2)$$

$$\sigma_{zz|z=L} = \frac{C_{13}}{C_{33}} \frac{\partial U}{\partial r} + \frac{C_{12}}{C_{33}} \frac{U}{r} + \frac{C_{11}}{C_{33}} \frac{\partial W}{\partial z} + e_{31} \frac{\partial \phi}{\partial r} = q_2(r, t)$$

$$U(r, 0, t) = U_1(r, t), \quad U(r, L, t) = U_2(r, t)$$

$$D_{z|z=0, L} = -C_{33} \varepsilon_{11} \frac{\partial \phi}{\partial z} + e_{15} \left( \frac{\partial W}{\partial r} + \frac{\partial U}{\partial z} \right) = 0$$

при  $r = 1, k$  :

$$\sigma_{rr|r=1} = \frac{\partial U}{\partial r} + \frac{C_{13}}{C_{33}} \left( U + \frac{\partial W}{\partial z} \right) + e_{33} \frac{\partial \phi}{\partial r} = q_3(z, t) \quad (3)$$

$$\sigma_{rr|r=k} = \frac{\partial U}{\partial r} + \frac{C_{13}}{C_{33}} \left( \frac{U}{k} + \frac{\partial W}{\partial z} \right) + e_{33} \frac{\partial \phi}{\partial r} = q_4(z, t)$$

$$\sigma_{rz} = \frac{C_{55}}{C_{33}} \left( \frac{\partial W}{\partial r} + \frac{\partial U}{\partial z} \right) + e_{15} \frac{\partial \phi}{\partial z} = 0$$

а)  $D_r = -C_{33} \varepsilon_{33} \frac{\partial \phi}{\partial r} + e_{31} \left( \frac{U}{r} + \frac{\partial W}{\partial z} \right) + e_{33} \frac{\partial U}{\partial r} = 0$

б)  $\frac{\partial \phi}{\partial z} = 0$     в)  $\phi(k, z, t) = \phi(1, z, t) = 0$

при  $t = 0$  :  $U(r, z, 0) = U_0(r, z), \quad \dot{U}(r, z, 0) = \dot{U}_0(r, z)$     (4)

$$W(r, z, 0) = W_0(r, z), \quad \dot{W}(r, z, 0) = \dot{W}_0(r, z)$$

В соотношениях (1), (2)  $U(r, z, t), W(r, z, t)$  – компоненты вектора;  $D_r(r, z, t), D_z(r, z, t), \phi(r, z, t)$  – соответственно компоненты векторов индукции и потенциал электрического поля;  $\rho, C_{ms}, e_{ms}$  – объемная плотность, модули упругости, а также пьезомодули анизотропного электроупругого материала ( $m, s = \overline{1,5}$ );  $\varepsilon_{11}, \varepsilon_{33}$  – диэлектрические проницаемости материала;  $\{L, k\} = \{h, a\} / b$ ;  $\{q_1(r, t), q_2(r, t), q_3(z, t), q_4(z, t)\} = \{q_1^*, q_2^*, q_3^*, q_4^*\} / C_{33}$ ;  $h, a, b$  – высота, внутренний и внешний радиус цилиндра;  $U_1, U_2$  – известные радиальные перемещения торцов на криволинейных поверхностях;  $U_0, \dot{U}_0, W_0, \dot{W}_0$  – известные в начальный момент времени перемещения, скорости перемещений;  $\nabla^2 = \partial^2 / \partial r^2 + r^{-1} \partial / \partial r$ .

Точка означает дифференцирование по  $t$ .

Необходимым условием самоуравновешенности осесимметричной нагрузки приложенной на торцах цилиндра является условие :

$$\int_k^1 q_1(r, t) dr - \int_k^1 q_2(r, t) dr = 0 \quad (5)$$

**2. Построение общего решения.** Решение краевой задачи электроупругости (1) - (4) осуществляется методом интегральных преобразований, используя последовательно синус- и косинус преобразования Фурье с конечными пределами по переменной  $z$  и обобщенное КИП по радиальной координате  $r$  [Сеницкий 1991: 2]. При этом на каждом этапе краевая задача приводится к стандартной форме (соответствующим однородным граничным условиям).

В результате получаем выражения для определения компонент вектора перемещений  $U(r, z, t), W(r, z, t)$  и потенциала электрического поля  $\phi(r, z, t)$  :

$$U(r, z, t) = H_1(r, z, t) + \frac{2}{L} \sum_{n=1}^{\infty} \left[ H_5(r, n, t) + \sum_{i=1}^{\infty} G(\lambda_{in}, n, t) K_1(\lambda_{in}, r) \|K_{in}\|^{-2} \right] \sin j_n z$$

$$W(r, z, t) = H_2(r, z, t) + \sum_{n=0}^{\infty} \Omega_n^{-1} \left[ H_4(r, n, t) + \sum_{i=1}^{\infty} G(\lambda_{in}, n, t) K_2(\lambda_{in}, r) \|K_{in}\|^{-2} \right] \cos j_n z$$

$$\phi(r, z, t) = H_3(r, z, t) + \frac{2}{L} \sum_{n=1}^{\infty} \left[ H_6(r, n, t) + \sum_{i=1}^{\infty} G(\lambda_{in}, n, t) K_3(\lambda_{in}, r) \|K_{in}\|^{-2} \right] \sin j_n z$$

$$\Omega_n = L \text{ при } n = 0, \quad \Omega_n = L/2 \text{ при } n \neq 0 \quad (6)$$

где  $H_1 \div H_6$  – стандартизирующие функции по соответствующей переменной,  $K_1 \div K_3$  – компоненты ядра преобразований по координате  $r$ ,  $G(\lambda_{in}, n, t)$  – трансформанта нагрузки,  $\|K_{in}\|$  – нормирующий множитель,  $\lambda_{in}$  – положительные параметры образующие счетное множество ( $i = \overline{1, \infty}$ ).

Разность потенциалов  $Q(t)$  между электродированными радиальными плоскостями пьезокерамического цилиндра определяется следующим образом [Тамм 1989: 3 ]:

$$а) V(t) = Q(b, t) - Q(a, t) \quad (7)$$

$$где Q(b, t) = (h_2 - h_1)^{-1} \int_{h_1}^{h_2} \phi(b, z, t) dz, \quad Q(a, t) = (h_4 - h_3)^{-1} \int_{h_3}^{h_4} \phi(a, z, t) dz$$

$h_1 \div h_4$  – границы электродированных цилиндрических поверхностей.

б) в случае эквипотенциальных радиальных поверхностей имеем

$$Q(t) = \phi(b, t) - \phi(a, t) \quad (8)$$

#### Список использованной литературы

1. Гринченко, В. Т., Улитко, А. Ф., Шульга, Н. А. Механика связанных полей в элементах конструкций / В. Т. Гринченко, А. Ф. Улитко, Н. А. Шульга. - Киев: Наук. думка, 1989.
2. Сеницкий Ю. Э. Многокомпонентное обобщенное конечное интегральное преобразование и его приложение к нестационарным задачам механики // Изв. вузов. Математика. - 1991. - № 4. - С. 57-63.
3. Тамм, И. Е. Основы теории электричества / И. Е. Тамм. - М.: Наука, 1989.

### МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ПРЕДМЕТА «ИНЖЕНЕРНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПОДГОТОВКА» В ЮТИ ТПУ

Шуин А. С.

*Юргинский технологический институт Томского политехнического университета*

Предмет Инженерно-производственная подготовка изучает конструкцию тракторов и автомобилей состоящих в эксплуатации автотракторных парков предприятий и сельских хозяйств нашей страны. Современные отечественные автомобили и трактора оснащаются все более сложными механизмами, электронными приборами, гидравлическим и пневматическим оборудованием.

Правильная эксплуатация автотракторной техники, исключая поломки и перебои в работе, возможна только при обладании достаточным запасом знаний в этой области. Знания конструкции техники позволяют студентам, научиться выполнять разборочно-сборочные и регулировочные работы, понять взаимодействие деталей механизмов. Часто при эксплуатации могут возникнуть эксплуатационные неисправности, для устранения которых не требуется разборка механизма или узла. В связи с этим студенты должны знать самые ходовые неисправности и способы их устранения. Зачастую, не зная устройства механизма и причины его отказа в работе, начинаются разборочные операции, которые приводят к потере не только времени, но и к дополнительным расходам средств. Не нужно далеко ходить за примером, так как это случается почти в каждом гараже.

1) Традиционная система преподавания предмета.

Проведение занятий организовывается и проводится согласно программе и расписания занятий в учебных классах и лаборатории учебного заведения.

Для качественного проведения занятия необходима предварительная подготовка преподавателя, комплексно-методического обеспечения, наглядных пособий, учебной литературы, контролируемых материалов.

При проведении урока, как правило, применяются традиционные методы: лекция, беседа, самостоятельная работа, составление конспекта и т.д.

Однако и практики можно сделать вывод, что такие методы, не всегда достигают 100% конечного результата. Не всегда появляется интерес в изучении предмета. Это происходит из-за стандартности выдачи преподавателем учебного материала - лекция - конспектирование - опрос - контрольная работа. Как правило, преподаватель не успевает оценить всю группу и в лучшем случае судит о результате урока по 3-4 ответам. Это в корне неверно. Да бесспорно все зависит от преподавателя, но все равно надо учитывать, что мир меняется, в том числе и люди.

2) Способы активизации учебного процесса.

В наше время очень много литературы, в которой дается много советов по организации учебного процесса в нетрадиционной форме. К такой можно отнести:

- «Игровые технологии в профессиональном образовании» автор Вавилова Л. Н.;
- «Личностно-ориентированное обучение» - автор Якиманская И. С.;
- «Коллективный способ обучения» автор Дьяченко В. К. и так далее.